

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06132197.  
PUBLICATION DATE : 13-05-94

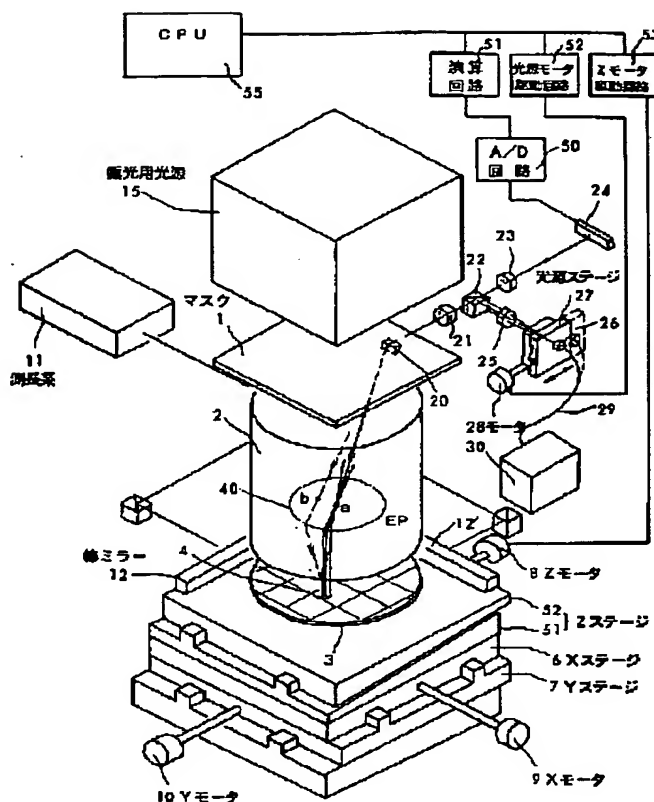
APPLICATION DATE : 20-10-92  
APPLICATION NUMBER : 04280372

APPLICANT : HITACHI INSTR ENG CO LTD;

INVENTOR : AOYANAGI MASAMI;

INT.CL. : H01L 21/027 G03F 9/02

TITLE : PROJECTION EXPOSURE APPARATUS



ABSTRACT : PURPOSE: To improve the accuracy of alignment by automatically correcting the deviation of the optical axis of an aligning-mark detecting light beam in a projection exposure apparatus, and removing the waveform distortion of a detected mark signal.

CONSTITUTION: The emitted light from an edge 26 of an optical fiber 29, which is connected to an alignment light source 30, is vertically cast on a wafer 3 through a projecting lens 2. The reflected light is guided into a photodetector 24 through the projecting lens 2, and the position of an aligning mark 4 on the wafer 3 is detected in a TTL type pattern detecting apparatus. In this apparatus, the position of a Z stage 5, on which the wafer 3 is mounted, in the direction Z (direction of optical axis) is changed in a step pattern. The moving amount of a light-source stage 27 is computed based on each piece of position information of the aligning mark, which is obtained by the output of the photodetector 24 at each position of Z. The position of the fiber edge 26 is corrected. The position change of the aligning mark is made to be zero. Thus, the inclination error of the light axis of the illuminating light for the wafer is automatically corrected.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(11)特許出願公開番号

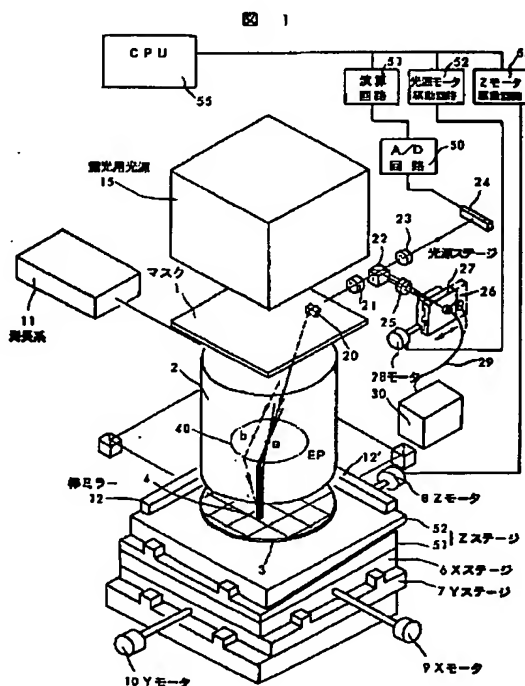
(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

### 技術表示箇所

3 1 1 M

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

[最終頁に続く](#)



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アライメント光を投影レンズを介してウェハ等の被露光体に垂直入射し、その反射光を投影レンズを介して光検出器に導いて被露光体上の合わせマークの位置を検出する光投影露光装置において、被露光体に対する上記アライメント光の入射角度を調節する手段を設けたことを特徴とする光投影露光装置。

【請求項2】 請求項1において、投影レンズに対する上記アライメント光入射位置の調整手段を設け、上記入射位置調整手段により被露光体に対する上記アライメント光の入射角度を制御するようにしたことを特徴とする光投影露光装置。

【請求項3】 請求項2において、上記アライメント光の入射位置調整手段を、アライメント光を導く光ファイバの端部の位置を調整する手段により上記アライメント光の入射位置を調整するようにしたことを特徴とする光投影露光装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかにおいて、被露光体と投影レンズ間の距離を変えることにより得られる複数の上記合わせマークの位置情報を記憶する手段と、上記複数の合わせマークの位置情報より上記アライメント光入射位置の調整量を算出する手段を設けたことを特徴とする光投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光投影露光装置に関わり、とくに半導体ウェハにおけるマスクの位置合わせ精度を向上することのできる光投影露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光投影露光装置においては、投影光学系を介してステップアンドリピート法により、2次元に移動可能なステージ上に載置された半導体ウェハ（ウェハ）表面の感光剤（レジスト）にマスクパターンを転写するようにしている。上記転写においては、ウェハ上に既に転写されたパターンに次ぎのマスクのパターン像を正確に重ね合わせる必要上、2次元のアライメント精度には約0.2  $\mu\text{m}$ 程度以下が要求されている。

【0003】 上記アライメントには種々の方式が検討されているが、現在では、ウェハにマスクのパターン像を投影する投影レンズを通してウェハ上のマークに光ビームを照射してマークからの反射光を投影レンズを介して検出するTTL（Through The Lens）方式が主流になっている。TTL方式では、マスクパターンの投影とウェハマークの検出を共通の投影レンズを介して行うため、倍率等の投影レンズの光学的特性の変化の影響が比較的小さいことが特徴となっている。

【0004】 特開昭60-80223や特開平1-227431号公報に開示のように、上記TTL方式の光学系は通常の光学顕微鏡と同様であり、落射照明による反射光を検出するようにしている。図2は上記TTL方式

2

によるパターン検出装置の光学系斜視図である。アライメント光源30の光は光ファイバ29を介してファイバ端面26よりパターン検出装置内へ導光される。ファイバ端面26の出射光は集光レンズ25、ハーフプリズム22、対物レンズ21、取り込みミラー20を介して、投影レンズ2の入射瞳40にファイバ端面26の像を結像され、ウェハ3上の合わせマーク4に集光落射照明される。

【0005】 上記ファイバ端面像を入射瞳40上に結像させることにより、ウェハ3には平行ビームが照射される。これは一般的に顕微鏡等の照明光学系で採用されている方法である。ウェハ3からの反射光は、投影レンズ2を介してマスク1側に合わせマーク4の逆投影像を結び、取り込みミラー20によりパターン検出装置内へ導かれ、対物レンズ21、結像レンズ23により像拡大されて光検出器24上に再結像される。光検出器24は上記再結像の検出信号よりウェハ3の位置を正確に検出する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 最近の半導体装置の微細化に伴って、光投影露光装置のパターン検出精度は上記0.2  $\mu\text{m}$ から0.04  $\mu\text{m}$ 以下が要求されるようになってきている。このため、光投影露光装置のレンズの開口数（N.A.）を上げ、同時に照明のコヒーレンスをあげて光学系の解像力を最大限に向上する努力が重ねられて

【0007】 しかし、このような光学系では、僅かな温度変化や外的ショックにより光軸変化が起り、パターン検出装置の像が歪むことが大きな問題であった。図3は上記光軸変化の影響を説明する光学系断面図である。通常、投影レンズ2は、瞳位置40と出射側主平面41の間隔が投影レンズ2の焦点距離fと一致するテレセントリックな光学系となっている。このため、ファイバ端面26の像を瞳40上に結像させると、瞳40上の点光源はウェハ3に平行ビームとなって照明される。

【0008】 また、テレセントリックな光学系の場合、ウェハ3への照明主光軸の入射角 $\theta$ は、瞳40上の位置により決定されるので、瞳40の中心に照射された光はウェハ3に垂直に照明される。図3（a）において、入射光 $a_1$ は垂直入射の場合、入射光 $b_1$ は垂直でない場合を示している。通常の光学系ではウェハ3に対する照明入射角は垂直である。入射光が $b_1$ のように傾くと、光ビームは近軸でなくなる結果、光学系収差による歪が発生する。

【0009】 図3（b）は合わせマーク4上に入射光 $a$ （垂直入射）を走査した場合における光検出器24の出力信号波形例であり、下側に伸びるパルス波形は合わせマーク4のエッジ部で反射光が減衰することを示している。合わせマーク4の断面形状は対称であるので上記検出信号もパルス波形も良好な対称性を示している。こ

3

れに対して同図(b)では、入射光 $b_1$ が合わせマーク4に斜め入射するので、上記パルス波形は著しい非対称性を示すようになる。合わせマーク4の位置は上記二つのパルス波形の中心位置として認識されるので、同図(b)のような非対称性が発生すると上記中心位置にずれが発生するように誤認識される。

【0010】図4(a)に示すように、入射光 $a_1$ (垂直入射)の場合にウェハ3が $a$ の位置から $b$ の位置へ $\Delta d$ だけずれてフォーカスされると、投影レンズ2により逆投影される像のフォーカス位置は、 $a'$ から $b'$ へ $\Delta d'$ だけ変化するが、この変化は光軸上の位置変化であるため、光検出器24上の位置変化にはならない。しかし、図4(b)のように、入射光 $b_1$ (斜め入射)では反射光も傾いて光検出器24に入射されるので、ウェハ3の位置が $a$ から $b$ に変化すると、光検出器24上の投影像の位置ずれ、即ち像シフトが発生する。本発明の目的は、上記ウェハ入射光の傾きによるマーク検出の位置ずれを自動的に補正することのできる光投影露光装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、被露光体に対する上記アライメント光の入射角度を調節するようにする。このため、投影レンズに対する上記アライメント光入射位置を調整して被露光体に対する上記アライメント光の入射角度を制御するようにする。また、アライメント光を導く光ファイバの端部の位置を調整して上記アライメント光の入射位置を調整するようにする。さらに、被露光体と投影レンズ間の距離を変えることにより得られる複数の上記合わせマークの位置情報より上記アライメント光入射位置の調整量を算出する

【0012】

【作用】上記アライメント光の入射角調節により被露光体に対するアライメント光が垂直入射に近づくにつれ、光検出器の合わせマーク検出信号波形の対称性が向上し、合わせマークの位置情報誤差が減少する。投影レンズに対するアライメント光入射位置を変えることにより、被露光体に対する上記アライメント光の入射角度が変化する。

【0013】また、アライメント光を導く光ファイバの端部の位置を変えることにより投影レンズに対するアライメント光入射位置が変化する。また、被露光体と投影レンズ間の距離を変えることにより合わせマーク検出信号波形が非対称に変化する。また、被露光体と投影レンズ間の距離を変えることにより得られる複数の合わせマーク検出信号波形より投影レンズに対するアライメント光の入射位置補正量が算出される。

【0014】

【実施例】まず、図5を用いて本発明による光投影露光装置のパターン検出装置の動作を原理的に説明する。ウ

4

ェハ3はZステージ52上に載置され、その位置は常にX/Y測長系11とZ測長系11'とにより位置制御される。なお、ステージはXステージ6、Yステージ7、Zステージ51、52により3方向に移動可能に構成されている。また、ファイバ端面26と、投影レンズ2の瞳位置40とは光学的に共役となっている。

【0015】ウェハ3が $a$ の位置にある場合には、ウェハ3からの反射光は実線で示すように $a'$ 、 $a''$ で結像を繰り返して光検出器24で位置検知される。同様に、ウェハ3が $b$ の位置になると、点線で示すように $b'$ 、 $b''$ と結像して、最終的に若干ディフォーカスしながら光検出器24で位置検知される。ウェハ3に対する入射光が図3の $b_1$ のように傾斜している場合には、上記ウェハ3のZ方向位置変化 $\Delta d$ に対応して光検出器24上の結像位置が変化する。

【0016】そこで本発明では、上記光検出器24上の位置変化を減少させるようにファイバ端面26の位置を調整する。このため、ウェハ3にZ方向の位置変化 $\Delta d$ を繰り返して与えて、その都度、光検出器24上の位置変化を検出してファイバ端面26の位置を調整し、光検出器24上の位置変化をゼロに収斂させるようにする。

【0017】なお、本発明においては原理的にアライメント光源30の出射光の位置を制御できればよいのであるから、上記ファイバ端面26の位置を調整する代わりにアライメント光源30の出射端位置を調整できる他の光学的手段を用いようにすることもできる。この他、光検出器24出力の歪量の変化から照明光軸の傾きを検知する方法も考えられるが、上記歪は合わせマーク4の非対称性や検出光軸のズレ等によっても発生するので、この方法には要因の区別が困難という問題が伴う。

【0018】図1は本発明による光投影露光装置のパターン検出装置実施例の斜視図である。実際の光投影露光装置では、互いに直交する2軸のパターン検出装置によりウェハ3を2次的に位置決めしているが、各軸に対する位置決め方法は同様なので、図1では1軸分のみを表現している。ウェハ3を載置するステージは、駆動モータ、Yモータ10、Xモータ9、Zモータ8等によりそれぞれ駆動されるYステージ7、Xステージ6、Zステージ51、52により3方向に移動可能となっている。

【0019】また、Zステージ52上には棒ミラー12、12'が配置され、それぞれの位置が光学的な測長系11により計測される。なお、Z方向にも同様な測長系が設けられるが、図1では省略されている。以下、本発明によるアライメントの手順について説明する。アライメント光源30からの光は光ファイバ29を介しそのファイバ端面26より出射される。

【0020】ファイバ端面26の像は、集光レンズ25、ハーフプリズム22、対物レンズ21、取り込みミラー20を介して、投影レンズ2の瞳位置40上に結像

5

し、ウェハ3の合わせマーク4上に集光照射される。マーク4からの反射検出光は、取り込みミラー20によりパターン検出装置内へ導かれ、対物レンズ21、結像レンズ23により拡大されて光検出器24上に結像される。

【0021】上記光検出器24の出力信号はA/D回路50によりデジタル変換され、演算回路51により合わせマーク4の位置が検出される。CPU55は上記合わせマーク4の位置信号よりファイバ端面26を取りつけた光源ステージ27の位置補正信号を生成し、光源モータ駆動回路52を介して光源ステージ駆動用のモータ28を制御する。図1において、ウェハ3に対する照明主光軸が傾いていると、点線で示すようにファイバ端面26の中心と投影レンズ2の瞳40中心がb点にデセンタする。

【0022】図6は上記光軸の補正手順を示すフローチャートである。まず、ウェハ3上の合わせマーク4を光学系の検出視野内に移動し、ウェハ3の高さZ1を初期状態+5 $\mu$ m相当位置に位置決めする。次いで、合わせマーク4の位置を検出して検出結果X1を得、Z1とともにX1をCPU55にデータセーブする。次いで、Z位置を所定ステップ（例えば1 $\mu$ m）づつ-5 $\mu$ m迄変化させて、各Z位置のX1を対応するZ1とともにCPU55にデータセーブする。

【0023】CPU55は上記Z1、X1の全データより、上記Z位置変化に対応するX1の変化量 $\alpha$ 、すなわちウェハ3のフォーカス変化による位置検出結果の変化量を算出し、この $\alpha$ 値が所定の基準値Aを越える場合には光源位置補正量 $\beta$ を算出する。光源位置補正量 $\beta$ は、ファイバ端面26と瞳位置40間の光学倍率を用いて算出式することができる。

【0024】CPU55は光源位置補正量 $\beta$ により光源モータ駆動回路52を介してモータ28を駆動し、ファイバ端面26の位置を補正する。この結果、光軸はb点から実線で示す瞳40の中心aに移動する。次いで、ウェハ3のZ位置を初期化して、X1の変化量 $\alpha$ を再度求めて光軸が正しく補正されたか否かを確認し、不十分で

6

あれば上記の補正手順を $\alpha < A$ となる迄くり返すようにする。なお、上記の説明においては、X方向の光軸補正のみについて説明したが、Y方向に付いても同様の補正を行う。

【0025】

【発明の効果】本発明により、ウェハ等の試料に照射される合わせマーク検出光の光軸状態を自動的に正しく補正し合わせマーク検出信号の波形歪を低減できるので、合わせマークの位置検出誤差を大幅に低減した光投影露光装置のパターン検出装置を提供することができる。また上記光軸の自動補正により、温度変化や機械的ショック等により発生する合わせマークの位置検出誤差を低減できるので、光投影露光装置の解像度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光投影露光装置実施例の斜視図である。

【図2】従来の光投影露光装置におけるパターン検出装置の斜視図である。

20 【図3】光投影露光装置におけるパターン検出光の光軸ずれを説明する光学系断面図と合わせマーク検出波形図である。

【図4】（a）光投影露光装置におけるパターン検出光のフォーカス変化の影響を説明する光学系断面図である。

【図5】本発明による光投影露光装置のパターン検出装置の断面図である。

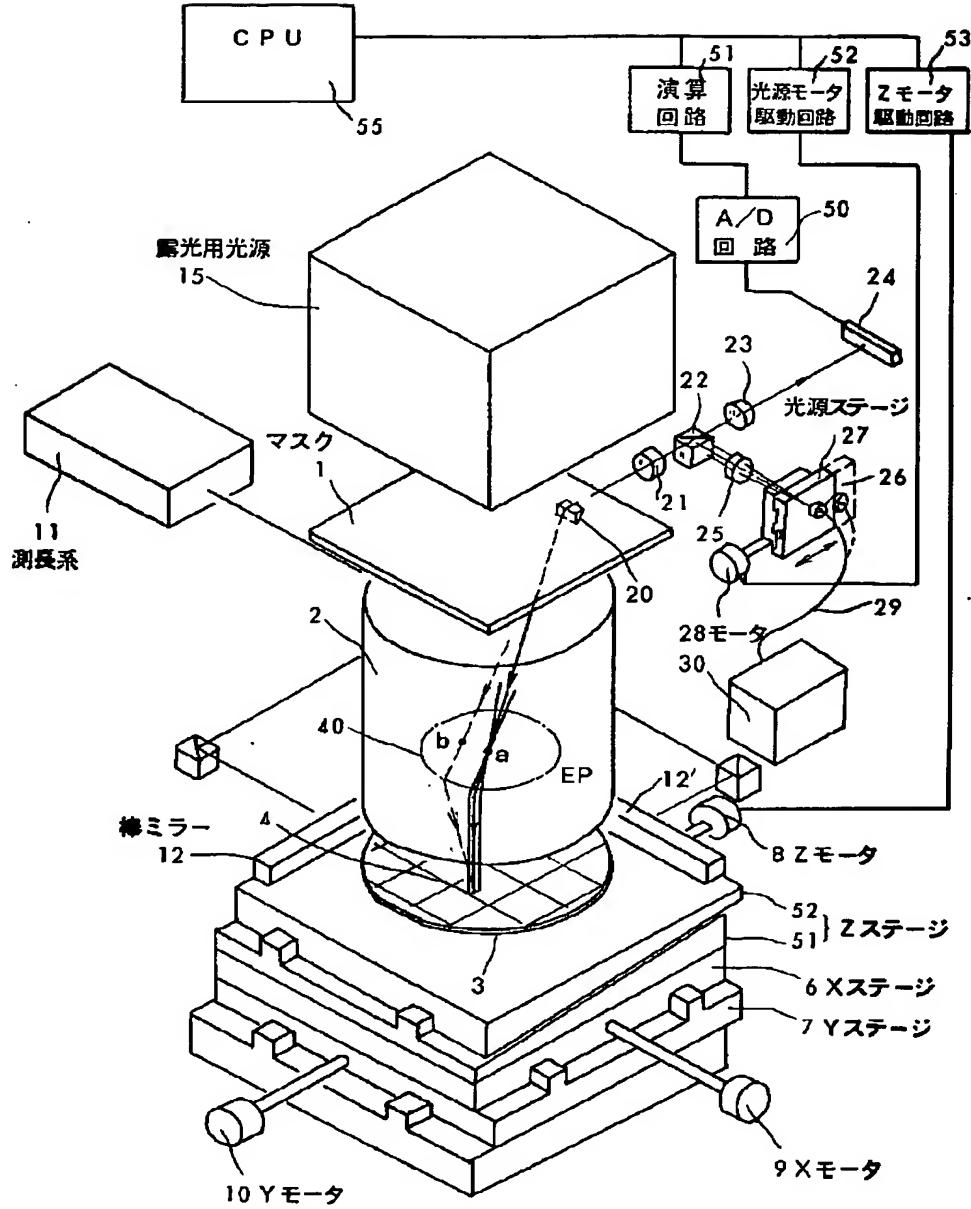
【図6】本発明による光軸の自動補正手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

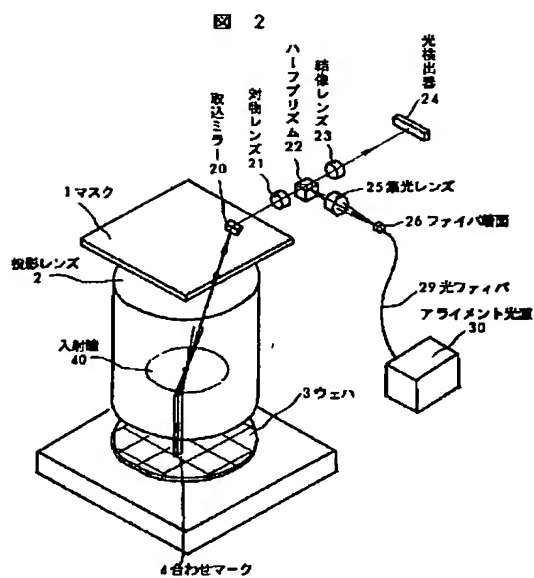
1…マスク、2…投影レンズ、3…ウェハ、4…合わせマーク、51、52…Zステージ、8…Zモータ、11…測長系、21…対物レンズ、23…結像レンズ、24…光検出器、26…ファイバ端面、27…光源ステージ、28…光源駆動モータ、29…光ファイバ、51…演算回路、52…光源モータ駆動回路、53…Zモータ駆動回路、55…CPU。

【図1】

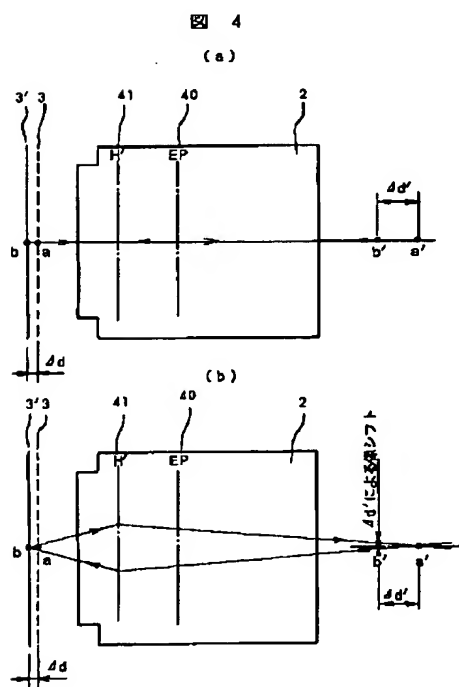
図 1



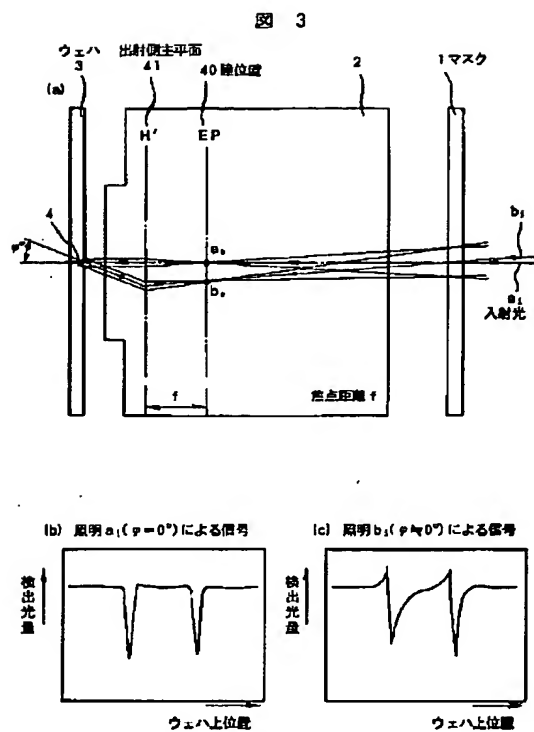
【図2】



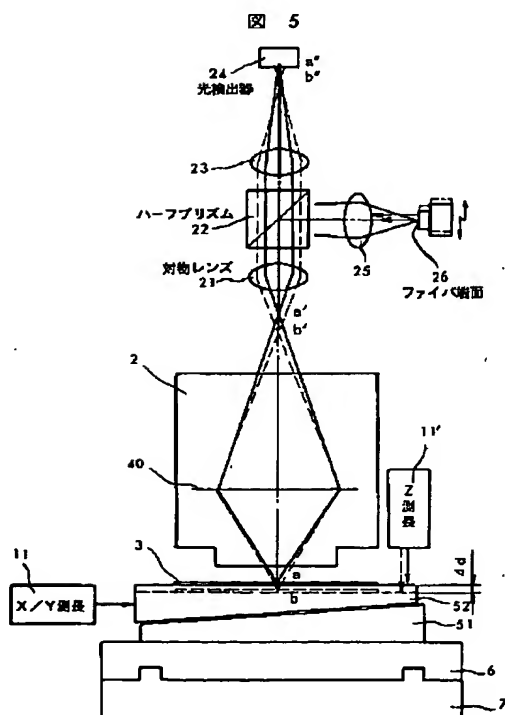
【図4】



【図3】

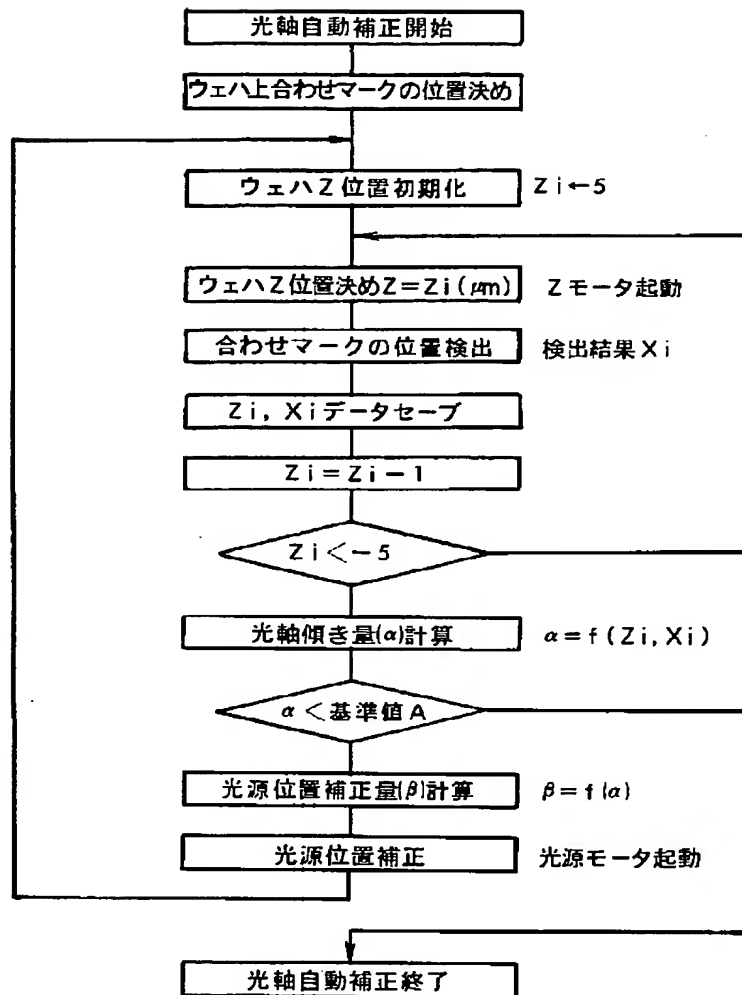


【図5】



【図6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 青柳 正美  
 茨城県勝田市市毛882番地の2 日立計測  
 エンジニアリング株式会社内